

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-004830

(43)Date of publication of application : 12.01.1999

(51)Int.Cl.

A61B 10/00

A61B 5/11

(21)Application number : 09-159494

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 17.06.1997

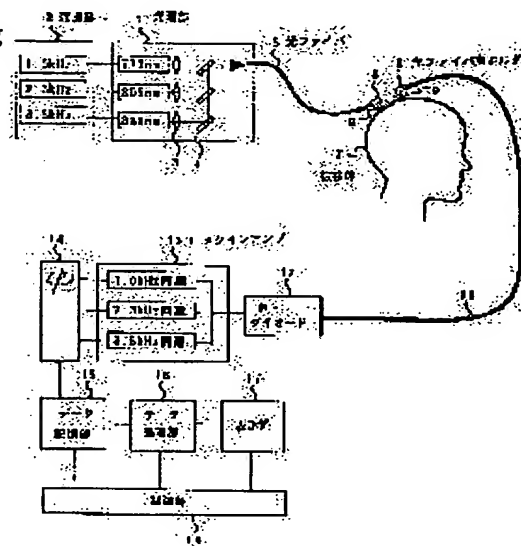
(72)Inventor : YAMASHITA YUICHI
KAWAGUCHI FUMIO
ITO YOSHITOSHI
MAKI ATSUSHI

(54) LIGHT MEASURING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a measuring device which enables efficient detection in living body measurements using light, while minimizing the loss of the amount of light detected, and which provides high stability of measurements and the wearability of the measuring device to a subject.

SOLUTION: Light radiated from a light source part 1 is introduced into an irradiating optical-fiber bundle 5, and the optical fiber bundle 5 is curved by an optical fiber bundle holder 8 as its radius of curvature is reduced, to irradiate light to a subject 7. The light passed through the subject is captured by a detecting optical-fiber bundle 11 curved by the optical fiber bundle holder 8, and is detected by an avalanche diode 12. Therefore, the stability of measurements and the wearability of the measuring device for the subject are enhanced. Further, since the end faces of the optical fibers are held in intimate contact with the surface of the subject, the loss of the amount of light detected is minimized, and the amount of light detected can be increased, i.e., efficient measurements can be made at the same time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

Searching PAJ :
of rejection]
[Date of extinction of right]

Page 2 of:

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-4830

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月12日

(51) Int.Cl.⁶A 6 1 B 10/00
5/11

識別記号

F I

A 6 1 B 10/00
5/10

E

3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-159494

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72) 発明者 山下 優一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 川口 文男

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株

式会社日立メディコ内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光計測装置

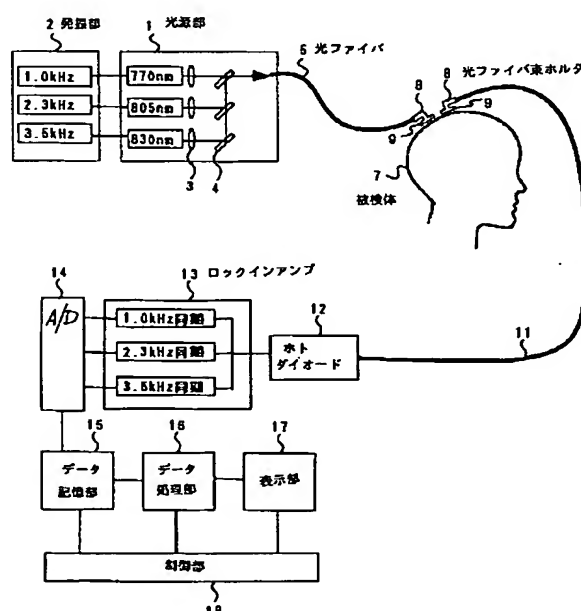
(57) 【要約】

【課題】光を用いた生体計測において、検出光量の損失を最小限にとどめた効率的な検出、かつ、計測の安定性及び計測装置の被検体装着性の高い計測装置を提供する。

【解決手段】光源部1から放射された光を照射用光ファイバ束5に導入し、この光ファイバ束5を光ファイバ束ホルダー8により曲率半径を小さくさせて曲げて被検体7に光を照射する。被検体内部を通過した光を、光ファイバ束ホルダー8により屈曲させた検出用光ファイバ束11により捉え、アバランシェフォトダイオード12で検出する。

【効果】計測の安定性及び計測装置の被検体への装着性が高まる。更に、光ファイバの端面を被検体表面に密着させた状態に維持するため、検出光量の損失を最小限にとどめ検出光量を高くすなわち効率的な計測も同時に行うことができる。

図 1



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開平11-4830

【特許請求の範囲】

【請求項1】被検体に光ファイバで光を照射し、その検出光から被検体内部の情報を計測する装置において、上記光ファイバの被検体に接する側の先端部に屈曲部を設けたことを特徴とする光計測装置。

【請求項2】請求項1において、上記光ファイバは複数の光ファイバを束ねた光ファイバ束で構成されていることを特徴とする生体光計測装置。

【請求項3】請求項1又は2において、上記光ファイバの先端部は屈曲部の屈曲を保持し、光ファイバの先端の断面と同一平面を形成する面をもつホルダーに保持されていることを特徴とする光計測装置。

【請求項4】請求項3において、上記ホルダーの光ファイバの先端の断面と同一平面に被検体と付着性を持つ材質を設けたことを特徴とする光計測装置。

【請求項5】請求項3又は4において、上記ホルダーを被検体に保持もしくは固定する機構を有することを特徴とする光計測装置。

【請求項6】請求項3から5のいずれか一の記載において、上記光源部から光を導入する光ファイバ束が他端では複数の光ファイバ束に分岐することを特徴とする光計測装置。

【請求項7】請求項6において、分岐された複数の光ファイバ束を被検体の複数の照射部位に配置して照射し、各照射部位近傍の複数の検出位置から光を検出し、各検出部位に対応する位置における被検体内の情報を計測することを特徴とする光計測装置。

【請求項8】上記光ファイバが石英ガラスで構成されたことを特徴とする請求項1から8のいずれか一の記載の光計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光計測装置、特に被計測物体（被検体）の表面に光を照射し上記被検体内を通過した光を検出して被検体内部の情報を計測する装置、特に被検体と光源又は光電変換部間の光導波部の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】生体内部の状態を簡便にかつ生体に害を与えずに計測する装置が臨床医学及び脳科学などの分野で要望されている。例えば、頭部を計測対象と考えると、脳梗塞・脳内出血などの脳疾患及び思考・言語・運動・感覚などの高次脳機能の計測などが挙げられる。また、このような計測対象は頭部に限らず、胸部では心筋梗塞などの心臓疾患、腹部では腎臓・肝臓などの内臓疾患に対する予防診断等も挙げられる。

【0003】これらの要望に対して、光を用いた計測は非常に有効である。その第1の理由は、生体内器官の正常及び異常、さらには高次脳機能に関する脳の活性化は、生体内部の酸素代謝及び血液循環と密接に関係して

いる。この酸素代謝と血液循環は、生体中の特定色素（ヘモグロビン、チトクローム、ミオグロビン等）の濃度に対応し、この色素濃度は可視から赤外領域の波長の光吸収量から求められるからである。また、第2の理由は、光は光ファイバによって扱いが簡便であり、さらに安全基準の範囲内での使用により生体に害を与えないことが挙げられる。

【0004】このような光を用いた計測の利点を利用して、可視から赤外の波長の光を生体に照射し、生体から反射された光を検出することで生体内部を計測する生体光計測装置が、例えば、公開特許公報、特開昭57-115232号、特開昭63-275328号、特開平7-19408等に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】生体光計測においては、通常、被検体すなわち測定対象への光照射及び被検体からの光検出部に光ファイバを用いるが、検出光量の損失を最小限にとどめた効率的な検出のために、光ファイバの端面を被検体表面に密着させる必要がある。そのため、図2に示すように、光ファイバ31の先端を被検体7の表面に直接装着した場合、被検体から光ファイバが突き出た外観となる。この場合、被検体の複数の部位における計測では、照射及び検出光ファイバを複数本配置する必要があり、その際には、多くの光ファイバが生体から放射状に突き出た放射状になってしまう。特に光伝送損失の少ない石英の光ファイバを用いた場合、この傾向は強い。

【0006】そのため、突き出た複数の光ファイバの振動などにより、複数の光ファイバを被検体に密着した状態で安定して保持することは容易ではない。その結果、この振動などにより被検体に密着した状態が変化して正確な光検出が妨げられると共に、検出光量も生体情報以外の要因で変動してしまうため正確な計測が難しくなる。さらに、被検者が仰臥状態で計測する場合、背中及び後頭部などへの光ファイバの設定が困難になると同時に光ファイバを装着した状態での計測自体が非常に困難になるという光ファイバと被検体との間の装着の容易性の問題がある。また、被検体が人対であるとき、光ファイバの装着時に、装着を確実にしようとすると、光ファイバは放射状に装着されている場合、被検者が苦痛を感じる事がしばしば生じた。

【0007】このような問題に対して、公開特許公報（特開昭57-115232号）で提示されている方法では、図3に示すように光ファイバ31から被検体7に光を照射・検出する際に、光ファイバ先端にプリズム32等の取付具を用いることで解決を試みている。このプリズムを用いること、被検体に光を照射する直前及び被検体から光を検出した直後に、光路をプリズムによって光の進路を直角に変更させている。この場合、光ファイバを被検体から突き出さないため、計測の安定性及び光

(3)

特開平11-4830

ファイバの設定・装着が容易になる。しかし、プリズムを介して光を照射及び光を検出しているため、光学的には、光ファイバの端面を被検体の表面から数mmから数cm離して光照射及び光検出することと等価となり、その結果、光照射及び検出の密着性が低下し、光検出の効率が非常に低下する。

【0008】従って、本発明の目的は、検出光量の効率が高く、かつ、計測の安定性及び被検体との装着性が高い光計測装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、被検体と光源又は光検出器の間の光導波部に光ファイバ使用する光計測装置において、上記光ファイバの先端部、すなわち被検体と接する側の先端部に湾曲部を設けて構成した。上記湾曲部は光ファイバの機械的強度、曲げによる損失、及び被検体への装着の容易性から曲率半径が10mm以下で、光を伝播できる曲率半径とする。

【0010】上記光ファイバは、単一の光ファイバで構成してもよいが、好ましくは、上記光ファイバを複数の細い径（コア径が5μm以下）の光ファイバを束にした光ファイバ束で構成し、その光ファイバの先端部の屈曲部の屈曲を保持し、光ファイバの先端の断面と同一平面を形成する面をもつ取付け具（ホルダー）を設ける。本発明の光計測装置は、光ファイバの先端部を直接被検体に接する状態で、かつ光ファイバを被検体の測定部近傍の面にほぼ並行に配置できるため、光の結合損失を少なくすると同時に、光ファイバ先端部を被検体に安定した状態で装着できる。光ファイバを束にし、先端部にホルダーを設けた場合、先端部に所定の屈曲を設けることが容易であり、生体の光計測に使用する場合、被検者に苦痛を与えることが軽減される。

【0011】また、通常、光ファイバからの光照射量を多くしたり、外部からの検出光量を高くするためには光ファイバの直径を増加させる必要があるが、光ファイバの直径が増加するに従い光ファイバの可塑性が低下する。単体の光ファイバでは可塑性の高いので、製造上特別に先端を曲げる工程を必要とするが、直径の小さな光ファイバを複数本束にした場合、実効的に光ファイバ（束）の直径を増加させることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

＜実施形態1＞図1は、本発明による光計測装置の第1の実施形態を示すブロック図である。光源部1は、例えば波長770、805及び830nmの3波長を放射する3個の半導体レーザから構成されている。これらの半導体レーザは、発振部2によりそれぞれ異なった周波数で強度変調されている。この変調周波数としては、例えば770、805、830nmそれぞれの波長に対し、1.0、2.3、3.5kHzを与える。これら変調

された光は、レンズ3によって平行光とした後、ハーフミラー4により同一光路上に重ね合わせて照射用光ファイバ束5に導入する。光ファイバ束5の断面を図4に示す。光ファイバ束5は、例えば、直径10μmから100μmのガラスもしくは石英もしくはプラスチックの光ファイバ6の複数本で構成されており、ファイバ束5の径は0.5mmから5mmの直径を有している。照射用光ファイバ束5の被検体7への端部は、光ファイバ束ホルダー8で保持され、光ファイバ束5の端部の断面は、光ファイバの光軸が被検体7の光照射面と垂直となり、他の部分すなわち導波部は光照射面と並行となるように湾曲部が形成されている。光ファイバ束ホルダー8及び光ファイバ束先端部の構成については後で述べる。

【0013】照射用光ファイバ束5で被検体7に照射された光は後述のような被検体内の情報によって影響を受けた生体内通過光となり、光ファイバ束ホルダー8を持つ検出用光ファイバ束11で捉えられ、高感度の光検出器、例えばアバランシェフォトダイオード12で検出する。アバランシェフォトダイオード12で生体内通過光信号が電気信号に変換された後、三台のロックインアンプ13によりそれぞれの変調周波数信号（1.0、2.3、3.5kHz）、すなわち実質的にはこれら変調周波数信号に対応する照射波長770、805、830nmに対応する検出光量をそれぞれ分離して計測する。これらの検出光量の信号は、A/D変換器14によりそれぞれデジタル信号に変換されてデータ記憶部15で記録される。また、これら記録された信号はデータ処理部16において、三波長の検出光量を用いて、酸素化ヘモグロビン濃度、脱酸素化ヘモグロビン濃度及びこれらヘモグロビン濃度総量としての全ヘモグロビン濃度を、例えば、講談社、1979年発行の柴田正三等編集による著書「二波長分光光度法とその応用」記載の方法で求める。求められた酸素化ヘモグロビン濃度、脱酸素化ヘモグロビン濃度、及び全ヘモグロビン濃度を表示部17において表示する。以上の計測は、制御部18により制御されている。

【0014】図5は、光ファイバ束ホルダー8及び光ファイバ束5の先端部の構成を示す図である。光ファイバ束ホルダー8は、光ファイバ束5を通す中空穴が設けられ、中空穴は光ファイバがそれ自体で、機械的かつ光学的に湾曲できる曲率半径を持つ。光ファイバ束ホルダー8の光ファイバ5の先端側は、光ファイバの光軸と直交する面を持つように、中心部に穴の開いた円盤9が設けられている。光ファイバ束5は、上記中空穴を通り、先端の断面が円盤の面とほぼ一致するように取り付けられる。従って、光ファイバ束ホルダー8によって、光ファイバ束5は、先端部が被検体の面にほぼ垂直に、先端部以外の部分は被検体の面の面にほぼ並行に配置される。生体の光計測を行う場合は、光ファイバ束5の先端面及び円盤9面を被検体7の表面に密着させる。さら

(4)

特開平11-4830

に、円盤9の被検体装着側には、生体用の粘着性テープ10が取り付けられており、円盤9を被検体の光照射部位に配置することで、照射用光ファイバ束5を被検体に容易に固定することができる。検出用光ファイバ束11についても、照射用光ファイバ束5と同様に、光ファイバ束ホルダー8、円盤9、粘着性テープ10により被検体の光検出位置に装着し固定する。この固定は、光ファイバ束ホルダー8及び円盤9全体を、さらにバンド、布、帽子、ネット等のホルダーを被検体に装着する機構をもうけることによって確実なものとすることも可能である。

【0015】このように、計測に光ファイバ束5を用いることで、従来の直径0.5mmから5mmの単一光ファイバでは困難であった、非常に小さい曲率半径すなわち1cm以下の屈曲が可能となる。その結果、光ファイバ束ホルダー8によって、光ファイバ束が生体等の被検体から放射状に突き出た状態にならないため、計測の安定化され、さらには被検体の仰臥状態における背中、後頭部での計測が実現できる。また、光ファイバの端面が被検体表面に密着するため、光結合損失を軽減し、検出光量の増大することが出来る。

【0016】＜実施形態2＞図2は、発明による光計測装置の第2の実施形態を示すブロック図である。第2の実施形態においては、光源部1及び発振部2は実施例1と同様な構成である。それぞれ異なった周波数で強度変調されている波長770、805、830nmの三個の半導体レーザからの光を、照射用光ファイバ束21に導入する。光ファイバ束21は複数(N本)の光ファイバから構成されており、光源部1側に対する他端側はそれぞれN/M本の光ファイバから構成されるM本の光ファイバ束22-1...22-Mとなっている。M本の光ファイバ束22-1から22-Mの端面は、図5で示した光ファイバ束ホルダー8、円盤9、粘着性テープ10によって被検体7の複数の光照射位置に装着し、被検体の異なる部位に光を照射する。各照射位置近傍に配置したM本の検出用光ファイバ束23-1から23-Mで捉えられた生体内通過光は、それぞれ高感度の光検出器、例えばM個のアバランシェフォトダイオード24-1から24-Mで検出する。これらのアバランシェフォトダイオードで光信号が電気信号に変換された後、それぞれのアバランシェフォトダイオードについてM台のロックインアンプ25-1から25-Mによりそれぞれの変調周波数信号(1.0, 2.3, 3.5kHz)、すなわち実質的にはこれら変調周波数信号に対応する照射波長770, 805, 830nmに対応する検出光量をそれぞれ分離し、かつ各検出位置ごとに計測する。これらの検出信号は、A/D変換器14によりそれぞれデジタル信

号に変換されてデータ記憶部15で記録される。また、これら記録された信号は各検出位置ごとに、データ処理部16において、酸素化ヘモグロビン濃度、脱酸素化ヘモグロビン濃度、及び全ヘモグロビン濃度を三波長の検出光量を用いて求める。求められた各種ヘモグロビン濃度は、表示部17において各検出位置ごとの値として表示、もしくは各検出位置における値から、従来知られている(例えば、公開特許公報、特開平7-19408号に記載の方法によりトポグラフィ画像として表示する。以上の計測は、制御部18により制御されている。

【0017】以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態にのみ限定されるものではない。例えば、上記実施形態では生体の光計測の場合について述べたが、生体外の被検体に適用できる。また、光ファイバ束を用いたが、単一の光ファイバを用いてもよい。その場合、先端部の湾曲を作るために加熱して先端部を加工すればよい。更に、光ファイバ束ホルダー8の形状も円盤10でなくて、任意の形状の平面部を持つ構成でもよい。

【0018】

【発明の効果】本発明により、光を用いた生体計測等において、検出光量の損失を最小限にとどめた効率的な検出、かつ、計測の安定性及び計測装置の被検体装着性の高い計測装置が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光計測装置の第1の実施形態を示すブロック図

【図2】光ファイバを用いた従来の光計測装置の部分構成図

【図3】光ファイバ及びプリズムを用いた従来の光計測装置の部分構成図

【図4】光ファイバ束断面図

【図5】図1の光ファイバ束ホルダー8の構成図

【図6】本発明による光計測装置の第1の実施形態を示すブロック図

【符号の説明】

1:光源部、2:発振部、3:レンズ、4:ハーフミラー、5:照射用光ファイバ束、6:光ファイバ、7:被検体、8:光ファイバ束ホルダー、9:円盤、10:粘着テープ、11:検出用光ファイバ束、12:アバランシェフォトダイオード、13:ロックインアンプ、14:A/D変換器、15:データ記憶部、16:データ処理部、17:表示部、18:制御部、21:照射用光ファイバ束、22-1~22-M:光ファイバ束、23-1~23-M:検出用光ファイバ束、24-1~24-M:アバランシェフォトダイオード、25-1~25-M:ロックインアンプ

BEST AVAILABLE COPY

(5)

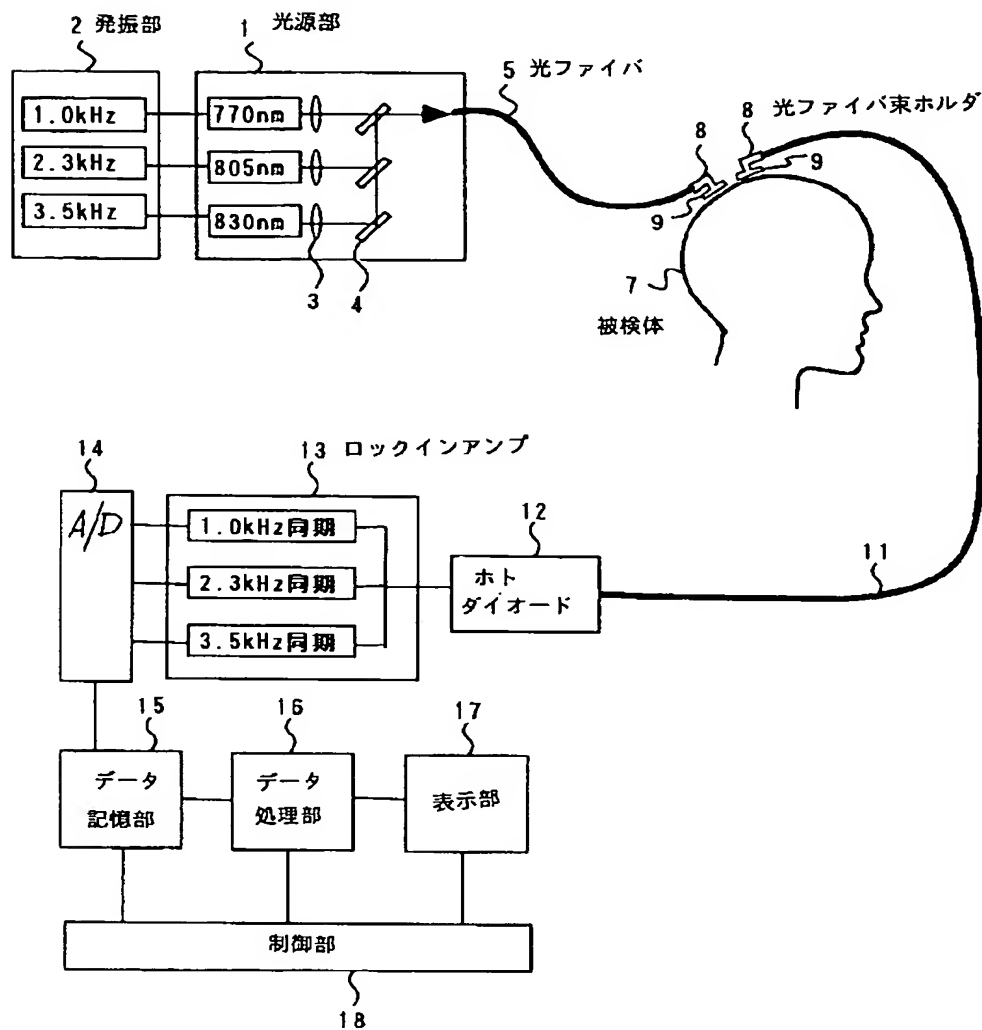
特開平11-4830

【図1】

【図2】

図 1

図 2



【図3】

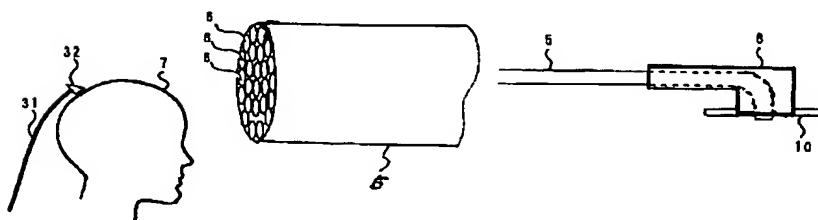
【図4】

【図5】

図 3

図 4

図 5



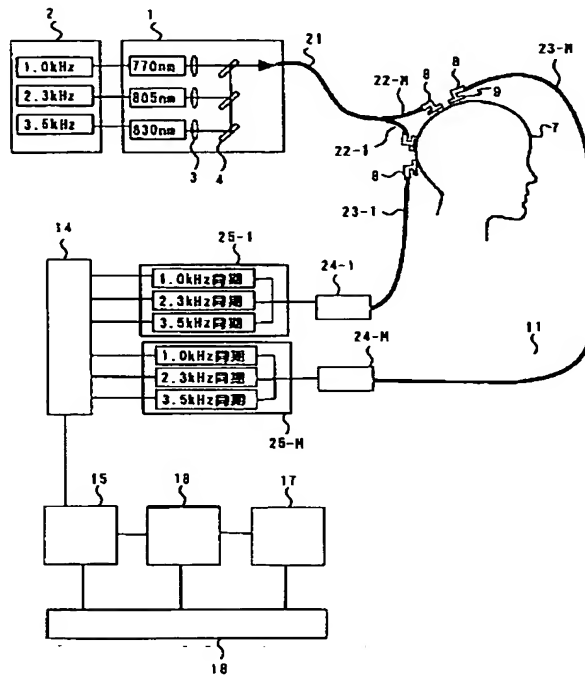
BEST AVAILABLE COPY

(6)

特開平11-4830

【図6】

6



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 嘉敏
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 牧 敦
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

BEST AVAILABLE COPY